



SKRIPSI – ME 141501

**KAJIAN EKSPERIMEN PENGGUNAAN ARANG
BASAH SEBAGAI MEDIA PENDINGIN DALAM
PROSES PENGIRIMAN BUAH ANTAR PULAU**

Ramadhan Andhi Wicaksono
NRP. 4212 100 064

Dosen Pembimbing :
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc
Dr. Beny Cahyono, ST., MT.

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016



FINAL PROJECT – ME 141501

EXPERIMENTAL STUDY TO USE WET CHARCOAL AS COOLING MEDIA IN DELIVERY OF FRUIT INTER ISLAND

Ramadhan Andhi Wicaksono
NRP. 4212 100 064

Advisor :
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc
Dr. Beny Cahyono, ST., MT.

DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
Faculty of Marine Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016

LEMBAR PENGESAHAN

KAJIAN EKSPERIMEN PENGGUNAAN ARANG BASAH SEBAGAI MEDIA PENDINGIN DALAM PROSES PENGIRIMAN BUAH ANTAR PULAU

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi Marine Machinery and System (MMS)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Ramadhan Andhi Wicaksono
NRP : 4212 100 064

Disetujui oleh Pembimbing Skripsi :

1. Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc
2. Dr. Beny Cahyono, ST., MT.



SURABAYA
JULI 2016

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

KAJIAN EKSPERIMEN PENGGUNAAN ARANG BASAH SEBAGAI MEDIA PENDINGIN DALAM PROSES PENGIRIMAN BUAH ANTAR PULAU

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi *Marine Machinery and System* (MMS)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Ramadhan Andhi Wicaksono
NRP : 4212 100 064

Disetujui oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan :



Dr. Eng. M. Badrus Zaman, ST, MT

TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
NIP. 197708022008011007

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

**KAJIAN EKSPERIMEN PENGGUNAAN ARANG BASAH
SEBAGAI MEDIA PENDINGIN DALAM PROSES
PENGIRIMAN BUAH
ANTAR PULAU**

Nama Mahasiswa : Ramadhan Andhi Wicaksono
NRP : 4212100064
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing I : Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc
Dosen Pembimbing II : Dr. Beny Cahyono, ST, MT

ABSTRAK

Pada umumnya dalam mendistribusikan buah agar tetap dalam kondisi segar yakni dengan menggunakan *refeer container*. Penggunaan *refeer container* tentu membutuhkan tambahan biaya, karena *refeer container* membutuhkan tambahan energi dari penggunaan mesin pendingin di dalamnya. Sebagai alternatif media pendingin pengganti *refeer container* adalah dengan memanfaatkan arang basah untuk dijadikan kotak penyimpanan buah dengan prinsip pendinginan secara *evaporative cooling*. Metode yang digunakan adalah pembuatan dan percobaan alat hingga menganalisa hasil percobaan. Berdasarkan analisa data yang dilakukan, jenis arang yang lebih baik untuk dijadikan kotak penyimpanan buah adalah arang jenis kayu. Dibandingkan dengan arang jenis batok kelapa, arang kayu mampu membuat temperatur di dalam kotak penyimpanan buah lebih rendah sekitar 0,4°C. Dengan arang kayu sejumlah 41kg hanya mampu membuat temperatur terdingin di dalam kotak penyimpanan buah senilai 28°C di hari pertama dan temperatur tertinggi pada hari ke lima senilai 30,4°C. Penambahan jumlah arang kayu juga tidak berakibat turunnya temperatur secara drastis. Penambahan arang kayu menjadi sekitar 2kali lipat dari sebelumnya yakni berjumlah 80kg membuat temperatur terendah senilai 28,1°C di hari pertama dan 30,1°C di hari kelima. Efek yang di timbulkan dari penambahan

arang kayu adalah temperatur tidak cepat naik di hari hari berikutnya. Ditambahkannya laju aliran udara juga belum mampu untuk membuat kondisi ideal penyimpanan buah yakni senilai 15°C. Penambahan laju aliran udara membuat temperatur terendah senilai 27,5°C dan membuat kondisi temperatur di dalam kotak penyimpan buah cepat naik hingga mencapai 30,6°C. Tidak tercapainya suhu optimum penyimpanan buah pada kotak penyimpan buah dikarenakan sistem pendingin secara *evaporative cooling* paling efektif digunakan di daerah dengan kelembapan relatif yang cukup kecil sedangkan di Indonesia memiliki kelembapan yang cukup tinggi antara 74%-78%.

Kata Kunci: arang, kotak penyimpan buah, *evaporative cooling* Temperatur.

EXPERIMENTAL STUDY TO USE WET CHARCOAL AS COOLING MEDIA IN DELIVERY OF FRUIT INTER ISLAND

Student name : Ramadhan Andhi Wicaksono
Reg number : 4212100064
Department : Teknik Sistem Perkapalan
Advisor I : Ir.Alam Baheramsyah, M.Sc
Advisor II : Dr. Beny Cahyono, ST,MT

ABSTRACT

In general, in distributing the fruit to remain in fresh condition by using the reefer container. The use of reefer container would require additional costs, for reefer container requires additional energy from the use of refrigeration in it. As an alternative cooling media to replacement reefer container is to use wet charcoal to be used as kotak penyimpanan buah with the principle of evaporative cooling. The method is experimental tools to analyze the results of the experiment. Based on data analysis, the type of charcoal is better to be kotak penyimpanan buah is the type of wood charcoal. Compared with the type of coconut shell charcoal, wood charcoal was able to make the temperature inside the cold storage are lower by about 0,4°C. With some wood charcoal 41 kg only able to make the coldest temperatures in kotak penyimpanan buah valued at 28°C in the first day and the highest temperature on day five worth 30,4°C. The addition amount of wood charcoal is also not result in drastically decreasing temperature. addition of wood charcoal to be about 2-fold from the previous amount to 80kg making worth 28,1°C lowest temperature in the first day and on the fifth day 30,1°C. The effects of the addition of wood charcoal is not a quick temperature rise in the next day. the addition of air flow rate also has not been able to create ideal conditions of storage of the fruit which is valued at 15°C. The addition of the air flow rate makes

the lowest temperature 27,5°C worth and make kotak penyimpan buah temperature conditions in the fast rise until it reaches 30,6°C. Not reaching the optimum storage temperature for fruit on kotak penyimpan buah due to cooling evaporative cooling system is most effectively used in areas with relative humidity is quite small, whereas in Indonesia has a fairly high humidity between 74% -78%.

Keywords: Charcoal, cold storage, evaporative cooling, Temperature.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah saya ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan dengan baik penyusunan skripsi yang berjudul **“kajian eksperimen penggunaan arang basah sebagai media pendingin dalam proses pengiriman buah Antar pulau”**.

Dalam penyusunan skripsi ini, saya banyak mendapatkan bantuan baik secara moril maupun materiil, bimbingan, petunjuk, dan saran serta dorongan motivasi dari berbagai pihak mengucapkan terima kasih dan apresiasi yang setinggi-tingginya kepada:

1. Orang Tua saya yang telah memberi semangat dan motivasi.
2. Bapak Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc dan Bapak Dr.Beny Cahyono, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing skripsi. Terima kasih atas bimbingan, ilmu, saran, dan dukungannya sehingga saya mampu menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik.
3. Bapak Dr. Eng. M. Badrus Zaman, ST, MT selaku ketua jurusan Teknik Sistem Perkapalan..
4. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, yang telah memberikan ide, saran, dan motivasi sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.

Saya berusaha semaksimal mungkin dalam penyusunan skripsi ini, namun layaknya pepatah yang mengatakan “taka da gading yang tak retak”. Oleh karena itu, saya berharap adanya kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Surabaya, Juli 2016

Penulis

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR GRAFIK	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penulisan	3
1.5 Manfaat Penulisan	4
1.6 Hipotesis Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Teori Penunjang	5
2.1.1 Perpindahan Panas.....	5
2.1.2 <i>Evaporative Cooling</i>	6
2.1.3 Thermohygro meter	7
2.1.4 Penurunan Laju Respirasi Buah dengan Menurunkan Suhu Penyimpanan.....	7
2.1.5 Sistem Manajemen Rantai Dingin dengan Reefer Container	8
2.1.6 Metoda Pengawetan Buah Segar	12
2.2 Studi Hasil Penelitian Sebelumnya	14
2.2.1 Arang Kayu Sebagai Media Pendingin	14
2.2.2 Pendinginan Arang pada Lahan Pertanian sebagai Penyimpanan Sementara Holtikultura.....	15
BAB II METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Metode Penelitian yang digunakan	17
3.2 Bahan dan Peralatan yang digunakan	27
3.3 Flowchart Metodologi Penelitian	28

BAB IV ANALISA DATA	31
4.1 Hasil Percobaan.....	31
4.1.1 Pengaruh Jenis Arang Basah terhadap Temperatur dan Kelembapan Kotak penyimpanan buah	31
4.1.1.A Hasil percobaan untuk kotak penyimpanan buah berbahan arang batok kelapa sebagai dinding.....	32
4.1.1.B Hasil percobaan untuk kotak penyimpanan buah berbahan arang kayu sebagai dinding	34
4.1.1.C Grafik Perbandingan Temperatur di Dalam dan di Luar Kotak penyimpanan buah	36
4.1.1.D Grafik Perbandingan Kelembaban di Dalam <i>Cold Storage</i> dan di Luar Kotak penyimpanan buah.....	38
4.1.2 Pengaruh Jumlah Arang Basah terhadap temperatur pada Kotak penyimpanan buah	40
4.1.3 Percobaan Penambahan Aliran Udara Terhadap Kotak penyimpanan buah Berdinding Arang Kayu	43
4.2 Analisa Penerapan Penggunaan Kotak penyimpanan buah pada Proses Pengiriman Buah Antar Pulau.....	46
4.2.1 Suhu dan Kelembaban Optimum Pengiriman Buah...	47
4.2.2 Tidak Tercapainya Suhu dan Kelembaban Optimum Pengiriman buah.....	48
BAB V KESIMPULAN.....	51

DAFTAR GAMBAR

BAB II

Gambar 2.1	<i>Direct evaporative cooling</i>	6
Gambar 2.2	<i>Indirect evaporative cooling</i>	7
Gambar 2.3	Model 1 (<i>Reefers-Warehouse</i>)	9
Gambar 2.4	Model 2 (<i>Pallets-Warehouse</i>).....	10
Gambar 2.5	Model 3 (<i>semi-automatic pallet ware house</i>)....	13
Gambar 2.6	Desain Ruang Pendingin dengan Berbahan Arang Basah	15

BAB III

Gambar 3.1	Desain kotak kotak penyimpan buah	17
Gambar 3.2	Desain Ukuran Desain kotak kotak penyimpan buah	17
Gambar 3.3	Susunan kotak penyimpan buah dalam <i>Container 20ft</i>	28

BAB IV

Gambar 4.1	Bahan dinding kotak penyimpan buah	31
Gambar 4.2	Percobaan pengaruh jenis arang terhadap temperatur dan kelembapan	32
Gambar 4.3	Penambahan laju aliran udara pada kotak kotak penyimpan buah	43

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Perbandingan Temperatur Terhadap Waktu pada Kotak penyimpanan buah.....	37
Grafik 4.2 Perbandingan Kelembapan Relatif Terhadap Waktu pada Kotak penyimpanan buah	39
Grafik 4.3 Perbandingan Temperatur Terhadap Waktu pada Kotak penyimpanan buah Bervariasi	42
Grafik 4.4 Grafik Perbandingan Temperatur Terhadap Waktu pada Kotak penyimpanan buah dengan Penambahan Laju Aliran Udara.....	45

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki buah ciri khas asli Indonesia yang perlu didayagunakan secara maksimal. Ada 4 marga dari 4 suku buah-buahan asli Indonesia yang bernilai ekonomi cukup tinggi dan juga mempunyai keanekaragaman jenis yang tinggi. Masing-masing adalah suku Anacardiaceae (marga Mangifera), Clusiaceae (marga Garcinia), Sapindaceae (marga Nephelium) dan suku Bombacaceae (marga Durio). Empat jenis komoditas buah-buahan dari keempat marga tersebut telah ditetapkan sebagai “buah-buahan unggulan nasional”, masing-masing adalah buah mangga, manggis, rambutan dan durian. (LIPI, 2007).

Sebagai langkah pendayagunaan buah secara maksimal, hal yang harus diperhatikan adalah dalam hal menjaga mutu buah selama pengiriman/distribusi buah-buahan dari produsen hingga menuju ke konsumen. Tak jarang mutu dari buah menurun selama proses pengiriman terutama ketika pengiriman dilakukan antar pulau dengan menggunakan mode transportasi kapal.

Faktor faktor yang biasa merusak mutu buah adalah respirasi, produksi etilen, dan transpirasi. Faktor lain yang juga penting untuk diperhatikan adalah senantiasa menghindari buah terhadap suhu atau cahaya berlebihan. Suhu penyimpanan buah sebesar 15°C dapat menghambat kegiatan respirasi buah, sehingga menunda pelunakan, perubahan warna, perubahan mutu, dan perubahan kimiawi. (Kristianingrum, 2007). Pada umumnya dalam mendistribusikan hasil holtikultura agar tetap dalam kondisi segar dengan menggunakan *refeer container*. Penggunaan *refeer container* tentu membutuhkan tambahan biaya.

Karena *refeer container* membutuhkan tambahan energi dari mesin pendingin.

Sebagai alternatif untuk menjaga kondisi suhu buah tetap optimum pada saat pengiriman dilakukan, sistem pendingin dengan memanfaatkan arang kayu sebagai media pendingin belum banyak diterapkan dalam hal pengiriman buah antar pulau. Arang kayu yang mudah untuk didapatkan di Indonesia tentunya mendukung jika memang terbukti dapat diterapkan sebagai media pendinginan buah selama pengiriman antar pulau. Sehingga ketika pemanfaatan arang kayu ini diterapkan, diharapkan *life time* (daya tahan) buah saat pengiriman dapat ditingkatkan dengan metoda yang sederhana dan dengan biaya yang rendah dibandingkan dengan harus menggunakan *refeer container*.

1.2 Perumusan dan Pembatasan Masalah

Dari uraian di atas maka permasalahan utama yang akan dibahas adalah sebagai berikut :

- Apakah arang basah bisa digunakan sebagai media pendingin dalam proses pengiriman buah antar pulau?
- Jenis arang yang seperti apa yang baik digunakan sebagai media pendingin?

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

- Jenis arang basah yang digunakan adalah arang jenis batang kayu dan arang jenis batok kelapa
- Ukuran arang per satuan dianggap sama
- Tinjauan penelitian hanya temperatur dan kelembapan

1.3 Tujuan

- Membuktikan arang basah dapat digunakan sebagai media pendingin ruang penyimpanan buah
- Mengetahui jenis arang yang tepat untuk digunakan sebagai ruang penyimpanan buah

1.4 Manfaat

- Mampu membuktikan arang basah dapat digunakan sebagai media pendingin ruang penyimpanan buah
- Memberikan alternatif kepada pelaku usaha eksportir/importir buah dalam proses cara pendistribusian buah antar pulau

1.5 Hipotesis

- Arang basah dapat digunakan sebagai media pendingin buah dalam ruang penyimpanan
- Semakin tebal dinding arang basah maka semakin rendah temperatur ruang penyimpanan

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Penunjang

2.1.1 Perpindahan Panas

Kalor atau panas merupakan bentuk dari energi dapat dipindahkan dari satu sistem ke sistem yang lain sebagai hasil dari perbedaan temperatur. Perpindahan kalor sesuai dengan nilai dari perpindahan energi itu sendiri seperti variasi temperatur. Hukum perpindahan energi seperti kalor selalu bergerak dari suhu tinggi ke suhu yang lebih rendah. Perpindahan panas berhenti ketika dua medium mencapai temperatur yang sama. Keseimbangan temperatur tersebut dikenal dengan istilah *Thermal Equilibrium*. (Holman, JP:1997)

Perpindahan kalor tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$q = \dot{m} c \Delta T$$

dimana:

q : laju perpindahan panas [W]

\dot{m} : laju aliran massa [kg/s]

c : *heat capacity* [kJ/kg °C]

ΔT : perubahan temperatur [°C]

Proses Konveksi dan Konduksi

Konduksi adalah perpindahan kalor melalui zat penghantar tanpa disertai perpindahan bagian-bagian zat itu. Sedangkan konveksi adalah perpindahan kalor melalui zat penghantar yang disertai dengan perpindahan bagian-bagian zat itu. Berikut rumus yang digunakan dalam perhitungan konveksi:

$$q_{\text{conv}} = hA (T_2 - T_1)$$

dimana:

q_{conv} : laju perpindahan panas secara konveksi [W]

h : konveksi thermal [W/m oC]

A : luas permukaan [m²]

T : perubahan suhu [oC]

Sedangkan perhitungan konduksi menggunakan rumus sebagai berikut:

$$q_{\text{cond}} = kA (T_2 - T_1)$$

dimana:

q_{cond} : laju perpindahan panas secara konduksi [W]

k : konduktivitas thermal [W/m oC]

A : luas permukaan [m²]

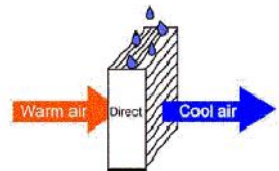
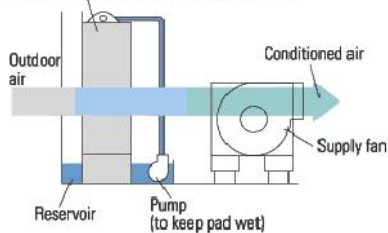
T : perubahan suhu [oC]

2.1.2 Evaporative Cooling

Ada 2 jenis prinsip *evaporative cooling*:

1. Pendinginan langsung: Air di dalam media pendingin langsung menguap dan masuk ke dalam ruang.

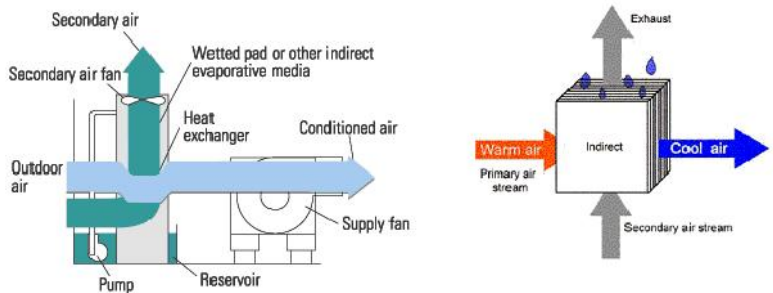
Wetted pad or other direct evaporative media



Gambar 2.1 *Direct Evaporative cooling*

(Sumber: www.pdhcenter.com)

2. Pendinginan tidak langsung: Dalam pendinginan tidak langsung, salah satu aliran udara disebut udara utama didinginkan (tanpa penambahan air) dengan penukar panas, sedangkan udara sekunder membawa pergi energi panas dari udara utama.



Gambar 2.2 Indirect Evaporative cooling
(Sumber: www.pdhcenter.com)

2.1.3 ThermoHygro meter

Thermo-hygrometer merupakan perpaduan dengan dua indikator pengukuran, yaitu thermometer dan hygrometer, Thermometer berfungsi sebagai pengukur suhu dalam satu area / ruangan. Sedangkan hygrometer berfungsi untuk mengukur kelembaban (relative humidity – RH) dalam satu area / ruangan.

Fungsi dan kegunaan thermometer merupakan sesuatu yang umum dan banyak diketahui banyak orang, namun tidak demikian halnya dengan hygrometer. Mengacu dari fungsinya sebagai alat untuk mengetahui tingkat kelembaban, yang membedakan secara spesifik fungsi dan penggunaan dari thermo-hygrometer, baik untuk indoor maupun outdoor secara kasat mata, hanya terlihat dari bahan pelindung yang membungkusnya. Bahan plastik keras (resin) untuk indoor dan bahan logam tipis untuk outdoor. Display dari alat ini ada yang berupa digital (biasanya indoor) dan lainnya berupa analog (jarum).

2.1.4 Penurunan Laju Respirasi Buah dengan Menurunkan Suhu Penyimpanan

Metode penanganan pascapanen buah pisang barangan yang diterapkan dalam penelitian ini adalah penyimpanan

dengan sistem kemasan plastik terpilih. Pemilihan film kemasan plastik dan desain kemasan komposisi gas O_2 dan CO_2 yang dapat mempertahankan mutu buah pisang barangan selama penyimpanan. Pada penelitian ini diperoleh laju respirasi buah pisang barangan segar pada suhu kamar ($28^\circ C$) dan pada suhu dingin ($15^\circ C$). Laju konsumsi O_2 buah pisang barangan adalah 7,290 ml/kg-jam pada suhu $28^\circ C$ dan 4,181 ml/kg-jam pada suhu $15^\circ C$, sedangkan laju produksi CO_2 pada suhu $28^\circ C$ adalah 20,175 ml/kg-jam dan 18,563 ml/kg-jam pada suhu $15^\circ C$. Komposisi perpaduan gas yang terbaik yang dapat mempertahankan mutu buah pisang selama penyimpanan adalah 4- 8 % O_2 dan 2- 6% CO_2 baik pada suhu $15^\circ C$ maupun pada suhu ruang. Berkaitan dengan itu maka jenis film kemasan yang sesuai untuk pengemasan buah pisang barangan dalam system atmosfir termodifikasi adalah polietilen densitas rendah. Pengemasan buah pisang barangan dengan kemasan modifikasi atmosfir aktif menggunakan bahan penyerap etilen, oksigen dan CO_2 dan jenis film plastik polietilen densitas rendah dapat mempertahankan mutu buah pisang barangan selama 15 hari pada suhu ruang dan 20 hari pada suhu $15^\circ C$. Hasil penelitian ini diharapkan dapat diterapkan oleh petani maupun pedagang dan eksportir dalam penanganan pascapanen buah pisang barangan sehingga masa simpannya menjadi lebih panjang. (Julianti, Elisa. dkk, 2008)

2.1.4 Sistem Manajemen Rantai Dingin dengan Reefer Container

Dalam proses pengiriman buah antar pulau, hal yang paling umum digunakan adalah menggunakan *reefer container*. Di dalam rantai pendingin selama proses pengiriman ada beberapa metode dalam pendinginannya antar alin sebagai berikut:

a. Model 1 (Reefers-Warehouse)

Model 1 (*Reefers-Warehouse*) adalah model sistem pendingin sebagai sistem utama pada Sistem Manajemen Rantai Dingin (*Cold Chain Management System*) dengan menempatkan *reefer* berada di dalam *warehouse*. Perlakuan ini diharapkan *reefer* tidak terkontaminasi oleh cuaca atau panas matahari yang dapat menyebabkan kenaikan suhu pada *reefer* sehingga harus di-*setting* ulang untuk menyesuaikan temperaturnya. Setting temperatur ini akan menyebabkan kenaikan *Electrical Consumption (EC)* atau konsumsi energi listrik dan menurunkan *Coefficient of Performance (COP)*. Model 1 (*Reefers-Warehouse*) ini digambarkan di bawah ini.



Gambar 2.3 Model 1 (Reefers-Warehouse)

b. Model 2 (Pallets-Warehouse)

Model 2 (*Pallets-Warehouse*) adalah model sistem pendingin sebagai sistem utama pada Sistem Manajemen Rantai Dingin (*Cold Chain Management System*) dengan menempatkan *pallet* berada di dalam *warehouse*. *Pallet* ini berasal dari *reefer* yang dibuka. Dengan cara ini diharapkan *pallet* yang disimpan di *warehouse* akan mendapat perlakuan yang sama dari sistem pendingin untuk semua produk hortikultura yang ditanganinya. Hal ini karena pada *warehouse* tersebut hanya terdapat satu sistem pendingin yang utama. Karena memiliki satu sistem yang tunggal maka *Heat Balance (HB)* akan merata ke semua produk hortikultura yang berada di *pallet*. Model 2 (*Pallets-Warehouse*) ini digambarkan di bawah ini

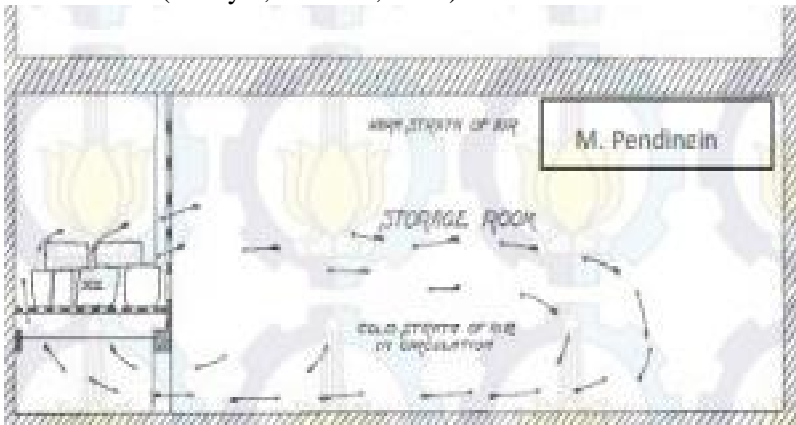


Gambar 2.4 Model 2 (Pallets-Warehouse)

c. Model 3 (Pallets-Warehouse, semiautomatic)

Model 3 (*Pallets-Warehouse, semiautomatic*) pada dasarnya hampir sama adalah model 2 yaitu sistem pendingin yang merupakan sistem utama pada Sistem Manajemen Rantai Dingin (*Cold Chain Management System*) dengan menempatkan *pallet* berada di dalam

warehouse. Yang membedakan di sini terletak pada sistem pendinginnya. Sistem pendingin yang dimaksud adalah sistem pendingin *semiautomatic*, artinya sistem pendingin gabungan antara elektrik dan sistem pendingin alami dengan menggunakan es kering. Sistem pendingin elektrik sama seperti sistem pendingin yang lainnya dengan kapasitas lebih kecil dari model 2. Sistem pendingin alami dimaksud adalah sistem pendingin menggunakan es kering. Pada model ini diharapkan mampu mengurangi konsumsi energi listrik meskipun *Heat Balance*-nya tidak bisa merata seperti model 2. Volume *pallet* yang dapat ditampung sama halnya dengan model 2 yaitu 7344 *pallets* atau sekitar 204 *TEUS*. (Hidayat, A.T. dkk, 2013)



Gambar 2.5 Prinsip Model 3 (Pallet-Warehouse, semiautomatic)

2.1.5 Metoda Pengawetan Buah Segar

Penelitian-penelitian mengenai penyimpanan buah bertujuan untuk mencapai umur simpan semaksimal mungkin. Untuk itu biasanya dilakukan kombinasi beberapa perlakuan. Usaha yang dapat dilakukan untuk dapat memperlambat pematangan buah dan sayur adalah memperlambat respirasi dan menangkap gas etilen yang terbentuk. Beberapa cara yang dapat diterapkan antara lain pendinginan, pembungkusan dengan polietilen dan penambahan bahan kimia.

a. Pendinginan

Penyimpanan di bawah suhu 15°C dan di atas titik beku bahan dikenal sebagai penyimpanan dingin (chilling storage). Penyimpanan buah-buahan dan sayur-sayuran memerlukan temperatur yang optimum untuk mempertahankan mutu dan kesegaran. Temperatur optimum dapat menyebabkan kerusakan karena pendinginan (chilling injury). Kerusakan pendinginan dari buah pisang pada temperatur kritis (13 oC) adalah warna kusam, perubahan cita rasa dan tidak bisa masak. Kondisi optimum pengundangan bagi buah pisang adalah 11 -20 oC dan RH 85 -95 persen. Pada kondisi ini metabolisme oksidatif seperti respirasi berjalan lebih sempurna. Pendinginan tidak mempengaruhi kualitas rasa, kecuali bila buah didinginkan secara berlebihan sehingga proses pematangan terhenti.

2. Pengemasan dengan polietilen (PE)

Kehilangan air dapat dikurangi dengan jalan memberi pembungkus pada bahan yang akan didinginkan. Salah satu jenis pembungkus yang cukup baik digunakan adalah pembungkus dari bahan plastik. Berdasarkan penelitian Scott dan Robert (1987) penyimpanan pisang yang masih hijau dalam kantong polietilen dapat

memperlambat pematangan pisang selama 6 hari dan pada suhu 20 °C.

3. Pelapisan Buah dengan Emulsi Lilin

Bahan dan Alat: Mangga, apel, belimbing, pisang, jambu biji, tomat, cabe merah, buncis, ketimun, lilin, trietanolamin, asam oleat, KMnO_4 , CaCl_2 , batu apung, ember plastik, panci enamel, keranjang kawat, termometer, pengaduk, stop watch, desikator. Cara pembuatan emulsi lilin adaadalah sebagai berikut:

- a. Lilin dipanaskan sampai mencair pada suhu 90-95°C.
- b. Masukkan asam oleat sedikit demi sedikit dan perlahan-lahan sambil diaduk (bila menggunakan stirrer kecepatan 20-100 rpm)
- c. Tambahkan trietanolamine, terns diatud dan suhu dipertahankan tetap
- d. Tambahkan air (tidak sadah) yang sudah didihkan (90-95°C) dengan perlahan-lahan sambil terns diaduk
- e. Dinginkan dengan cepat menggunakan air mengalir

Untuk mendapatkan emulsi lilin dengan konsentrasi yang diinginkan dilakukan pengenceran dengan air (tidak sadah). Untuk pemakaiannya sebaiknya digunakan emulsi lilin yang masih segar. Buah dan sayur yang sudah ditiriskan masukkan ke dalam keranjang kawat kemudian celupkan ke dalam emulsi lilin (konsentrasi 6 dan 12%) sampai semuanya terendam selama 30-60 detik. Angkat dan tiriskan pada rak penirisan dengan dihembus udara kering agar pelapisannya merata pada seluruh permukaan kulit dan tidak lengket. Simpan pada suhu ruang dan dalam lemari es.

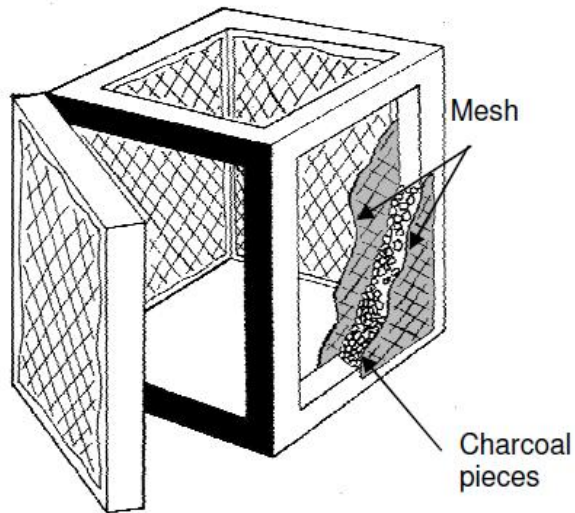
4. Penggunaan Kalium Permanganat (KMnO_4)

Dari hasil penelitian di Malaysia ternyata buah pisang Mas memerlukan zat penyerap etilen dan perlu disimpan dalam unit pendingin agar tahan tetap hijau sampai 6 minggu. Macam-macam bentuk penyerap etilen telah dicoba, seperti blok campuran vermiculate dan semen dengan perbandingan 3 : 1 yang dicelupkan dalam larutan $KMnO_4$ dapat dipergunakan sebagai bahan penyerap etilen, atau blok-blok campuran lempeng dan semen yang dicelup larutan $KMnO_4$. Suatu preparasi komersial zat penyerap yang disebut purafil ($KMnO_4$ alkalis dengan silikat) sebagai pendukung (carrier) yang dihasilkan oleh Marbon Chemical Company, ternyata mampu menyerap keseluruhan etilen yang dikeluarkan oleh buah pisang yang disimpan dalam kantong polietilen tertutup rapat. Dalam penelitian pengawetan pisang Ambon yang dilakukan dengan menggunakan $KMnO_4$ 1.5 persen dengan penyimpanan selama 14 hari mutu pisang masih tetap baik. Penggunaan $KMnO_4$ dianggap mempunyai potensi yang paling besar karena $KMnO_4$ bersifat tidak menguap sehingga dapat disimpan berdekatan dengan buah tanpa menimbulkan kerusakan buah. (Kristianingrum, 2007).

2.2 Studi Hasil Penelitian Sebelumnya

2.2.1 Arang Kayu Sebagai Media Pendingin

Arang kayu memiliki struktur berpori didalamnya. Ketika struktur arang kayu yang berpori ini dibasahi oleh air, maka udara luar yang masuk ke dalam akan melewati arang kayu basah ini terlebih dahulu sebelum masuk ke dalam ruang penyimpanan. Sehingga suhu menurun karena hilangnya panas melalui penguapan air. Suhu biasanya diturunkan sekitar $5^{\circ}C$ sampai dengan $10^{\circ}C$ tergantung kelembapan relatif udara. Desain ruang penyimpanan seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.6 Desain Ruang Pendingin dengan
Berbahan Arang Basah

(Sumber: Chemonic international Inc)

Keuntungan dari penggunaan arang adalah mudah dalam aplikasi desain, mudah dalam modifikasi, ekonomis, dan mudah ditemukan. Namun kekurangan dari media arang adalah jika air yang dikandung oleh arang mulai hilang maka dingin yang dihasilkan juga berkurang dan kurang merata. (Nenguwo, N. 2000)

2.2.2 Pendingin Arang pada Lahan Pertanian sebagai Penyimpanan Sementara Holtikultura

Evaporative cooling telah digunakan sejak lama dari waktu ke waktu untuk mengendalikan kondisi lingkungan. Berdasarkan data laboratorium awal pendingin ukuran arang menengah dibangun dengan kapasitas volumetrik dari 27 m³ dan ketebalan dinding 100 mm di Desa Kikoo di kabupaten Kibwezi di Provinsi Paskah Kenya. Daerah

ini dikenal untuk pertanian hortikultura dalam kondisi lingkungan yang ekstrim. Pendingin dikembangkan memiliki langit-langit ditutupi dengan 50 mm alang-alang kering tebal. Pendingin itu dibangun untuk menyediakan penyimpanan sementara untuk buah-buahan dan sayuran, ditujukan terutama untuk ekspor ke pasar internasional, sebagai solusi untuk meminimalkan penurunan kualitas sebelum di jual.

Kinerja pendingin arang ini dianalisa suhu dan kelembaban relatif dengan dijadwalkan penyiraman setiap hari, setelah pukul 8.00, dua kali di 8:00 dan 0:00 h dan tiga kali pada pukul 8:00, 12:00 dan 14:00. Jadwal penyiraman ini bertujuan untuk memastikan bahwa arang tidak benar-benar kering. Suhu dan kelembaban relatif diukur dalam kotak pendingin. Pendingin memiliki suhu terendah dan kelembaban relatif tertinggi terlepas dari waktu dan penyiraman jadwal. penyiraman tiga kali dari pendingin menunjukkan penurunan tertinggi suhu dan relatif peningkatan kelembaban, perbedaan mencapai 11°C dan 38% masing-masing, dibandingkan dengan penyiraman tunggal dan ganda. Tiga penyiraman juga mempertahankan kelembaban relatif dalam kotak pendingin dalam kisaran yang direkomendasikan dari 80 sampai 95% untuk produk hortikultura. Suhu dingin namun tetap jauh di atas kisaran yang direkomendasikan 0 sampai 10°C untuk buah-buahan dan sayuran. Interval penyiraman dua jam dari 08:00 jam dan seterusnya akan menjadi rezim penyiraman paling tepat, mengingat kondisi lingkungan yang ekstrim dan kelangkaan air. (Shitanda, 2011)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian yang digunakan

Awal tahapan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah dengan mengidentifikasi permasalahan yang ada. Selain itu, penting juga untuk merumuskan masalah. Dalam pengerjaan perlu adanya batasan masalah agar topik pembahasan lebih detail, fokus dan tidak jauh melebar. Permasalahan pada penelitian ini adalah menganalisa jumlah arang basah yang dibutuhkan agar buah dapat terhambat proses pematangannya. Sehingga didapat desain yang tepat berkaitan ruang penyimpanan buah selama proses pengiriman antar pulau.

Untuk menyelesaikan masalah diatas akan digunakan metode kajian eksperimen. Desain dapat dilihat dalam flow chart dibawah. Dalam desain dibagi dalam 6 tahapan utama yaitu : Identifikasi masalah, studi literatur, Pra eksperimen, eksperimen, melakukan analisa, dan penarikan kesimpulan serta saran.

Tahap-tahap di atas dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Identifikasi masalah

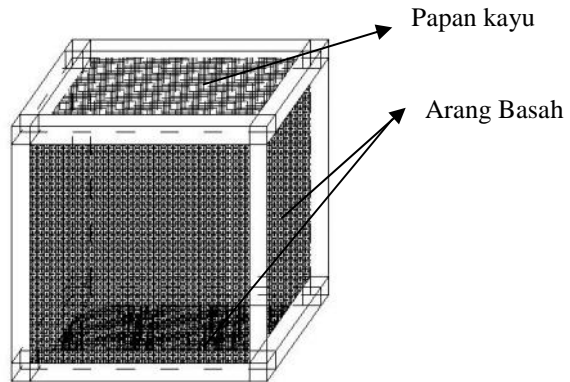
Melakukan pengamatan masalah yang terjadi sebagai objek penelitian. Permasalahan yang terjadi dalam penulisan tugas akhir ini adalah bagaimana cara mencari alternatif lain proses pengiriman buah agar tetap dalam kondisi segar tanpa harus menggunakan *refeer container*.

2. Studi literatur .

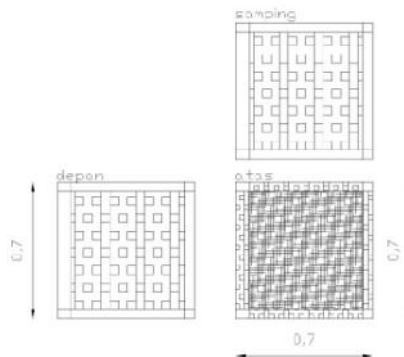
Studi literatur yang dilaksanakan adalah mencari berbagai referensi yang berhubungan dengan modifikasi penurunan suhu ruang baik melalui hasil jurnal,tugas akhir maupun melalui internet.

3. Pra eksperimen

Pra eksperimen yang dimaksud adalah mendesain kotak penyimpanan buah dan menganalisanya. Desain yang dimaksud adalah seperti pada Gambar 3.1 di bawah ini:



Gambar 3.1 Desain kotak kotak penyimpanan buah

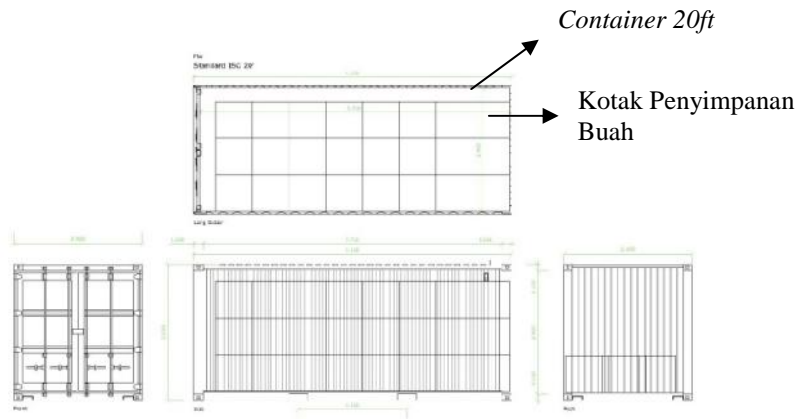


Gambar 3.2 Ukuran Desain kotak kotak penyimpanan buah

Desain tersebut (Gmb 3.1 dan Gmb 3.2) merupakan desain yang dibuat untuk mencegah panas dari luar masuk ke dalam kotak penyimpanan dan juga untuk meredam panas dari dalam yang timbul akibat respirasi dari buah di dalam kotak penyimpanan.

Bagian sisi samping kotak penyimpanan (4 sisi) terbuat dari kumpulan arang basah yang membentuk sebuah dinding. Sedangkan untuk bagian sisi atas dan bawah terbuat dari papan kayu sebagai alas dari peletakkan buah di dalam kotak penyimpanan.

Dalam proses pengiriman buah antar pulau, rencananya desain tersebut akan dimasukkan ke dalam sebuah *container*. Untuk itu dipilihlah ukuran desain kotak penyimpanan seperti pada gambar 3.2. Dengan harapan dapat disusun ke dalam *container* seperti pada gambar 3.3 di bawah ini:



Gambar 3.3 Susunan kotak penyimpan buah dalam *Container 20ft*

Dari desain yang ada dilanjutkan dengan analisa beban panas sebagai berikut:

Ukuran kotak penyimpanan:

Panjang: 0,7 m

Lebar: 0,7 m

Tinggi: 0,7 m

Luas 1 sisi dinding

$$\begin{aligned}
 \text{Area 1} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \\
 &= (0,7 \times 0,7) \\
 &= 0,98 \text{ m}^2 \\
 \text{Total Area} &= 6 \times \text{Luas sisi} \\
 &= (0,6 \times 0,98) \\
 &= 5,88 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Menghitung nilai tahanan total thermal:

$$R_{\text{total}} = \frac{1}{h_{o1}} + \frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \dots + \frac{1}{h_{o2}}$$

$$\begin{aligned}
 h_{o1} &= \text{Koefisien konveksi udara} \\
 &= 0,0262 \text{ W/mK} \\
 h_{o2} &= \text{Koefisien konveksi R744} \\
 &= 0,0138 \text{ W/mK}
 \end{aligned}$$

Meninjau dari desain kotak penyimpanan pada gambar 4.4 diatas, maka terdapat 2 jenis dinding yang berbeda. 4 sisi dari arang basah dan 2 sisi dari bahan kayu. Perhitungan perlu dipisah antara 2 jenis dinding tersebut karena konduktivitas thermalnya juga berbeda.

Hambatan Dinding Berbahan Kayu

Konduktivitas Thermal kayu senilai 0,16 W/mK

Dengan tebal 0,05 m

$$\begin{aligned}
 R_1 &= 2 \times \frac{1}{(k_1 \cdot A)} \\
 &= 2 \times \frac{0,05}{0,16 \times 0,98} \\
 &= 0,637
 \end{aligned}$$

Hambatan Dinding Berbahan Arang Basah

Konduktivitas Thermal arang senilai 0,2 W/mK

Dengan tebal 0,05 m

$$\begin{aligned} R_2 &= 2 \times 1/(k_1 \cdot A) \\ &= 4 \times 0,05/0,2 \times 0,98 \\ &= 1,020 \end{aligned}$$

Hambatan Total

$$\begin{aligned} R_{\text{total}} &= 1/(h_0 \cdot 1 \cdot A) + R_1 + R_2 + 1/(h_2 \cdot 2 \cdot A) \\ &= 1/0,026 \times 0,98 + 0,637 + 1,020 + 1/0,013 \times 0,98 \\ &= 114,5 \end{aligned}$$

Langkah selanjutnya kita mencari nilai koefisien panas menyeluruh.

$$\begin{aligned} U &= 1/(R_{\text{total}} \cdot A) \\ &= 1/(114,5 \cdot 5,88) \\ &= 0,0015 \end{aligned}$$

Maka nilai beban panas transmisi sebesar.

$$\begin{aligned} Q_{\text{tr}} &= A \cdot U \cdot \Delta T \\ &= 5,88 \cdot 0,0015 \cdot (27-15) \\ &= 0,105 \text{ W} \end{aligned}$$

Beban Panas Produk

Buah ketika didiamkan akan mengalami proses respirasi yang menghasilkan salah satunya panas. Oleh karena itu beban panas produk dapat dihitung seperti berikut:

$$\begin{aligned} Q_{\text{komoditi}} &= M_{\text{komoditi}} \cdot C_{\text{komoditi}} \cdot (T_a - T_b) + (M_{\text{komoditi}} \cdot q_{\text{komoditi}} \cdot T) \\ M_{\text{komoditi}} &= 101,49 \text{ kg} & q_{\text{komoditi}} &= 4642246 \text{ J/Ton.D} \\ C_{\text{komoditi}} &= 3,35 \text{ kJ/kg}^\circ\text{K} & T &= 5 \text{ day} \\ T_a &= 27 \text{ }^\circ\text{C} = 300,15 \text{ K} \\ T_b &= 15 \text{ }^\circ\text{C} = 288,15 \text{ K} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{produk}} &= M_{\text{komoditi}} \cdot C_{\text{komoditi}} \cdot (T_a - T_b) + (M_{\text{komoditi}} \cdot q_{\text{komoditi}} \cdot T) \\
 &= 101,5 \times 3,35 \times (27-15) + (0,1015 \times 4642246 \times 5) \\
 &= 4079,7 \text{ kJ} + 2355602,539 \text{ J} \\
 &= 6435 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{produk}} &= 6435 / (24 \times 5 \times 3600) \\
 &= 0,0149 \text{ kW} \\
 &= 14,897 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Total Beban Panas

Total beban panas adalah beban panas total yang ditimbulkan oleh sistem. Nilai dari total beban panas sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{total}} &= Q_{\text{produk}} + Q_{\text{transmisi}} \\
 &= 15,001 \text{ W} \\
 &= 6480,6 \text{ kJ dalam 5 hari}
 \end{aligned}$$

Besar Beban Pendingin

Beban pendingin yang dibutuhkan untuk mengatasi beban panas yang ditimbulkan oleh sistem adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{serap}} &= Q_{\text{lepas}} \\
 m \cdot C_p \text{ CO}_2 \cdot \Delta T &= 6480,6 \text{ kJ} \\
 m \cdot (4,180 \cdot (27-15)) &= 6480,6 \text{ kJ} \\
 m &= 6480,6 / 71,213 \\
 m &= 91,003 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan volume air untuk mendinginkan beban panas adalah sebesar:

$$\begin{aligned}
 V_{\text{air}} &= m/\text{density} \\
 &= 91/1000 \\
 &= 0,091 \text{ m}^3 \\
 &= 91 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

4. Eksperimen

Eksperimen yang dilakukan adalah membuat kotak penyimpanan dengan dinding berupa arang basah. Variabel bebas dalam eksperimen ini adalah tebal dari arang basah dan juga jenis dari arang sebagai dinding kotak penyimpanan buah. Sedangkan untuk variabel terikatnya yakni temperatur ruang penyimpanan. Untuk variabel kontrolnya yakni dimensi ruang penyimpanan, waktu pengamatan. Detail langkah percobaannya sebagai berikut:

Jenis percobaan yang dilakukan antara lain:

1. Percobaan pengaruh jenis arang basah terhadap temperatur dan kelembapan
2. Percobaan pengaruh jumlah arang basah terhadap temperatur dan kelembapan
3. Percobaan pengaruh penambahan laju aliran udara terhadap temperatur dan kelembapan

Variabel percobaan yang digunakan:

1. Percobaan ke-1

Variabel bebas : Jenis Arang (kayu dan batok kelapa)

Variabel control : Kondisi lokasi percobaan

Variabel terikat : Temperatur dan kelembapan

2. Percobaan ke-2

Variabel bebas : Jumlah arang

Variabel control : Kondisi lokasi percobaan

Variabel terikat : Temperatur dan Kelembapan

3. Percobaan ke-3

Variabel bebas : Laju aliran udara

Variabel control : Kondisi lokasi percobaan

Variabel terikat : Temperatur dan Kelembapan

Prosedur Percobaan

Prosedur Percobaan

Percobaan ke-1

1. Menyiapkan 2 buah kotak penyimpanan (jenis arang kayu dan jenis batok kelapa)
2. Membuat kotak penyimpanan buah dengan tebal dinding yang sama antara arang jenis kayu dan arang jenis batok kelapa
3. Memberikan jumlah air yang sama antara 2 kotak sesuai dengan perhitungan
4. Mengamati perubahan temperatur dan kelembapan terhadap perubahan waktu

Percobaan ke-2

1. Menyiapkan kotak penyimpanan dengan komposisi tebal yang berbeda
2. Mengamati perubahan temperatur dan kelembapan terhadap perubahan waktu

Percobaan ke-3

1. Mengambil salah satu kotak penyimpanan
2. Menambahkan laju aliran udara dengan level berbeda
3. Mengamati perubahan temperatur dan kelembapan terhadap perubahan waktu

5. Melakukan analisa

Analisa yang dilakukan adalah seberapa lama jenis buah tersebut mampu bertahan dalam kombinasi kotak penyimpanan dengan tebal arang basah yang berbeda. Juga dilakukan analisa apakah tebal dinding arang basah juga mempengaruhi suhu di dalam ruang penyimpanan atau tidak

6. Penarikan kesimpulan dan saran

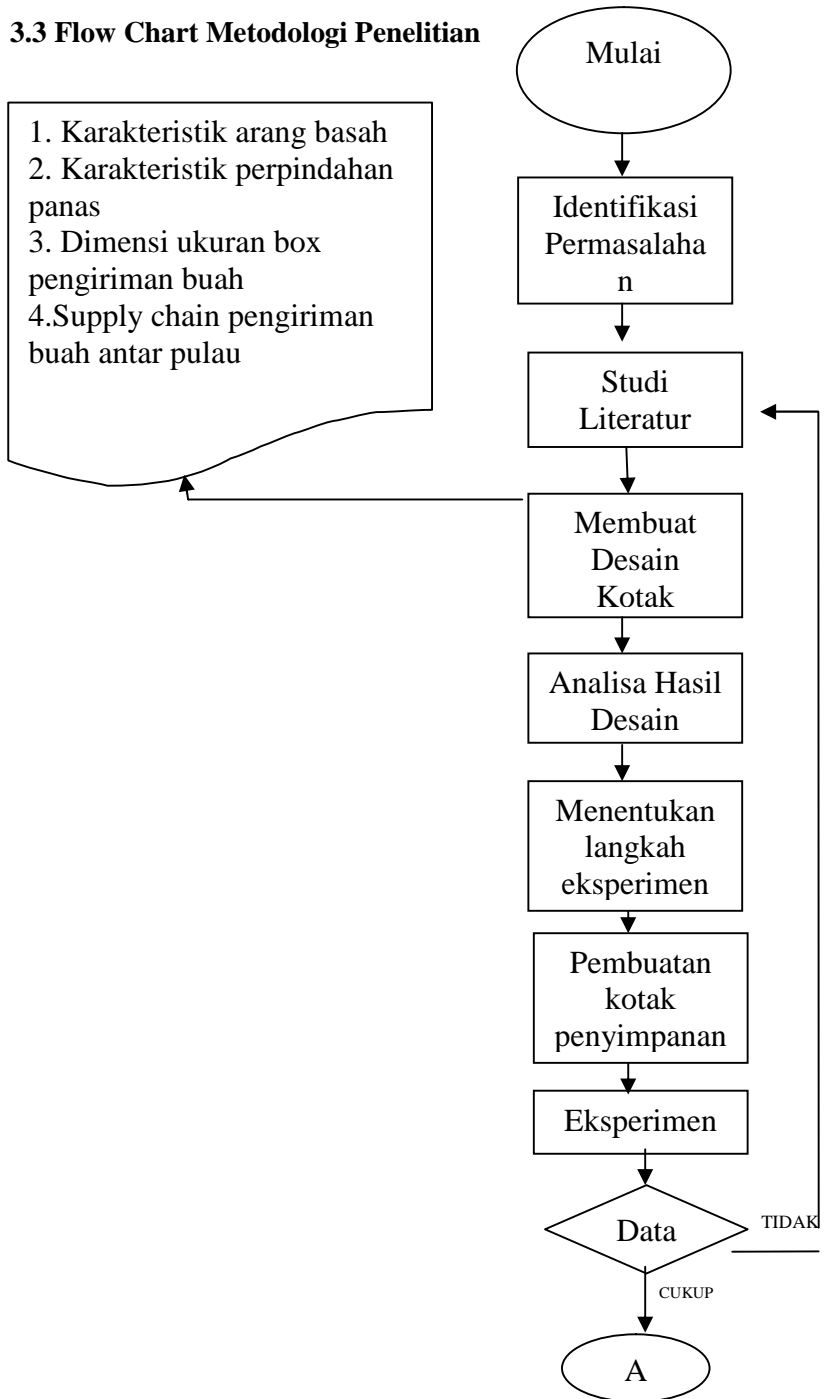
Melakukan penarikan kesimpulan atas berbagai analisa yang telah dilakukan dan masih bersifat sementara. Karena tidak menutup kemungkinan untuk dilakukan penyempurnaan terhadap desain coolbox *penyimpanan* buah

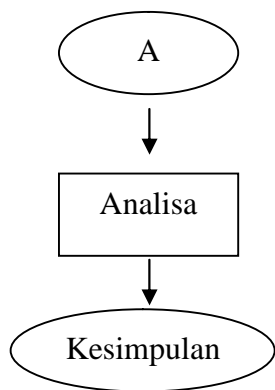
3.2 Bahan dan Peralatan yang Digunakan

Tabel 3.1 Alat dan Bahan Percobaan

No	Nama Alat/Bahan	Gambar	Keterangan
1	Kotak Penyimpan Buah		Dimensi: P = 700 mm L = 700 mm T = 700 mm
2	Thermo - higrometer		Alat pengukur Suhu dan kelembapan ruang
3	Arang ke 1		Arang terbuat dari jenis kayu
4	Arang ke 2		Arang terbuat dari jenis batok kelapa

3.3 Flow Chart Metodologi Penelitian





“Halaman sengaja dikosongkan”

BAB IV

ANALISA DATA

4.1 Hasil Percobaan

Setelah percobaan dilakukan sesuai dengan uraian pada bab metodologi penelitian, diperoleh hasil percobaan sebagai berikut:

4.1.1 Pengaruh Jenis Arang Basah terhadap Temperatur dan Kelembapan Kotak penyimpanan buah

Percobaan dilakukan dengan membandingkan temperatur dan kelembapan pada 2 buah kotak penyimpanan buah dengan ukuran dan bentuk yang sama. Hal yang membedakan dari dua buah kotak penyimpanan buah tersebut adalah sebuah kotak penyimpanan buah berbahan arang kayu sebagai dindingnya dan kotak penyimpanan buah lainnya berbahan arang batok kelapa sebagai dindingnya seperti pada gambar 4.5 dibawah ini.



(a)

(b)

Gambar 4.1 Bahan dinding kotak penyimpanan buah (a).
Jenis arang kayu (b). Jenis arang batok kelapa

Percobaan dilakukan selama lima hari dengan data yang diambil adalah temperatur dan kelembapan selama lima titik waktu di tiap harinya.



(a)

(b)

Gambar 4.2 proses percobaan pengukuran temperatur dan kelembapan pada kotak penyimpanan buah (a) jenis arang batok kelapa (b) jenis arang katu

Setelah percobaan seperti pada Gambar 4.2 dilakukan, diperoleh data sebagai berikut:

4.1.1.A Hasil percobaan untuk kotak penyimpanan buah berbahan arang batok kelapa sebagai dinding

Hari ke-1						
No	Waktu	Tluar	Tdalam	ΔT	Rhluar	Rhdalam
1	20.00 WIB	33,4	27,9	5,5	82%	83%
2	24.00 WIB	33,2	28,2	5	80%	83%
3	05.00 WIB	31,7	27,9	3,8	76%	76%
4	10.00 WIB	33,6	28,3	5,3	75%	76%
5	15.00 WIB	33,8	28,3	5,5	74%	74%

Hari ke-2						
No	Waktu	Tluar	Tdalam	ΔT	Rhluar	Rhdalam
1	20.00 WIB	32,9	28,4	4,5	75%	75%
2	24.00 WIB	32,7	28,5	4,2	79%	78%
3	05.00 WIB	33,0	28,7	4,3	81%	81%
4	10.00 WIB	33,7	29,2	4,5	77%	78%
5	15.00 WIB	33,3	29,1	4,2	78%	78%

Hari ke-3						
No	Waktu	Tluar	Tdalam	ΔT	Rhluar	Rhdalam
1	20.00 WIB	32,3	28,8	3,5	76%	76%
2	24.00 WIB	32,7	29,0	3,7	75%	76%
3	05.00 WIB	30,9	28,6	2,3	81%	82%
4	10.00 WIB	33,1	29,2	3,9	75%	77%
5	15.00 WIB	33,0	29,2	3,8	76%	76%

Hari ke-4						
No	Waktu	Tluar	Tdalam	ΔT	Rhluar	Rhdalam
1	20.00 WIB	32,8	29,4	3,4	72%	74%
2	24.00 WIB	32,6	29,5	3,1	73%	75%
3	05.00 WIB	31,8	29,6	2,2	77%	78%
4	10.00 WIB	33,4	30,6	2,8	75%	75%
5	15.00 WIB	33,1	30,3	2,8	75%	76%

Hari ke-5						
No	Waktu	Tluar	Tdalam	ΔT	Rhluar	Rhdalam
1	20.00 WIB	32,9	30,4	2,5	78%	79%
2	24.00 WIB	32,8	30,6	2,2	78%	78%
3	05.00 WIB	31,1	29,9	1,2	78%	80%
4	10.00 WIB	33,3	30,9	2,4	77%	78%
5	15.00 WIB	33,4	30,8	2,6	75%	76%

Dalam lima hari percobaan yang telah dilakukan, diperoleh nilai rata – rata untuk tiap harinya seperti berikut:

Batok kelapa						
No	hari ke-	Tluar	Tdalam	ΔT	Rhluar	Rhdalam
1	1	33,1	28,1	5	77%	78%
2	2	33,1	28,7	4,4	78%	78%
3	3	32,4	28,9	3,5	76%	77%
4	4	32,7	29,8	2,9	74%	75%
5	5	32,7	30,5	2,2	75%	76%

4.1.1.B Hasil percobaan untuk kotak penyimpan buah berbahan arang kayu sebagai dinding

Hari ke-1						
No	Waktu	Tluar	Tdalam	ΔT	Rhluar	Rhdalam
1	20.00 WIB	33,4	27,8	5,6	82%	83%
2	24.00 WIB	33,2	28,1	5,1	80%	82%
3	05.00 WIB	31,7	27,2	4,5	76%	76%
4	10.00 WIB	33,6	28,1	5,5	75%	76%
5	15.00 WIB	33,8	28,2	5,6	74%	73%

Hari ke-2						
No	Waktu	Tluar	Tdalam	ΔT	Rhluar	Rhdalam
1	20.00 WIB	32,9	28,5	4,4	75%	74%
2	24.00 WIB	32,7	28,3	4,4	79%	79%
3	05.00 WIB	33,0	28,5	4,5	81%	81%
4	10.00 WIB	33,7	28,8	4,9	77%	78%
5	15.00 WIB	33,3	28,9	4,4	78%	77%

Hari ke-3						
No	Waktu	Tluar	Tdalam	ΔT	Rhluar	Rhdalam
1	20.00 WIB	32,3	28,7	3,6	76%	73%
2	24.00 WIB	32,7	28,9	3,8	75%	74%
3	05.00 WIB	30,9	28,4	2,5	81%	81%
4	10.00 WIB	33,1	29,1	4	75%	75%
5	15.00 WIB	33,0	29,2	3,8	76%	76%

Hari ke-4						
No	Waktu	Tluar	Tdalam	ΔT	Rhluar	Rhdalam
1	20.00 WIB	32,8	29,4	3,4	72%	73%
2	24.00 WIB	32,6	29,3	3,3	73%	73%
3	05.00 WIB	31,8	29,5	2,3	77%	78%
4	10.00 WIB	33,4	29,8	3,6	75%	74%
5	15.00 WIB	33,1	30,0	3,1	75%	73%

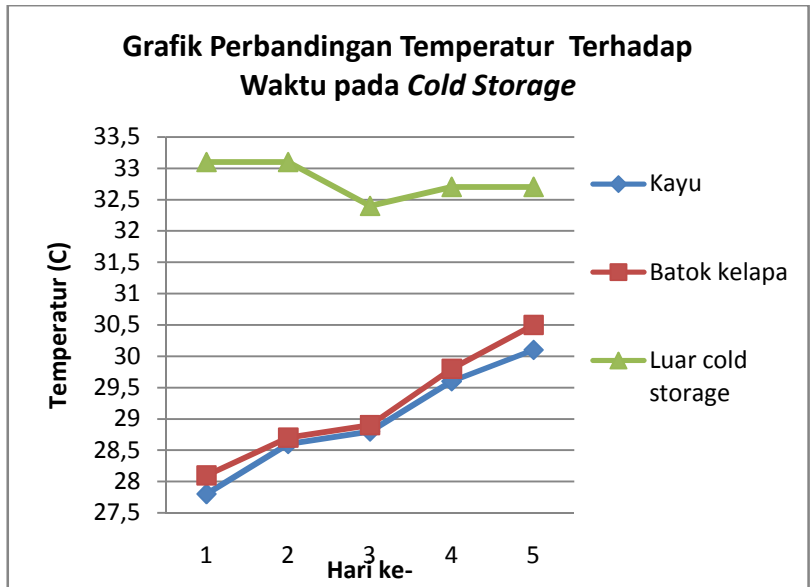
Hari ke-5						
No	Waktu	Tluar	Tdalam	ΔT	Rhluar	Rhdalam
1	20.00 WIB	32,9	30,1	2,8	78%	78%
2	24.00 WIB	32,8	30,0	2,8	78%	77%
3	05.00 WIB	31,1	29,6	1,5	78%	75%
4	10.00 WIB	33,3	30,4	2,9	77%	76%
5	15.00 WIB	33,4	30,6	2,8	75%	75%

Dalam lima hari percobaan yang telah dilakukan, diperoleh nilai rata – rata untuk tiap harinya seperti pada tabel berikut:

Kayu						
No	hari ke-	Tluar	Tdalam	ΔT	Rhluar	Rhdalam
1	1	33,1	27,8	5,3	77%	78%
2	2	33,1	28,6	4,5	78%	78%
3	3	32,4	28,8	3,6	76%	77%
4	4	32,7	29,6	3,1	74%	74%
5	5	32,7	30,1	2,6	75%	76%

4.1.1.C Grafik Perbandingan Temperatur di Dalam dan di Luar Kotak penyimpanan buah

Berdasarkan nilai rata – rata temperatur di tiap harinya baik pada kotak penyimpanan buah berbahan arang kayu maupun arang basah diperoleh sebuah grafik seperti pada grafik 4.1 di bawah ini:



Grafik 4.1 Perbandingan Temperatur Terhadap Waktu pada Kotak penyimpanan buah

Pada grafik 4.1 terlihat ada selisih temperatur antara kondisi di luar kotak penyimpanan buah dengan yang ada di dalam kotak penyimpanan buah. Secara keseluruhan temperatur di dalam kotak penyimpanan buah nilainya lebih rendah daripada di luar. Nilai suhu terendah senilai $27,8^{\circ}\text{C}$. Sedangkan suhu tertinggi ada di hari ke 5 dengan nilai $30,1^{\circ}\text{C}$

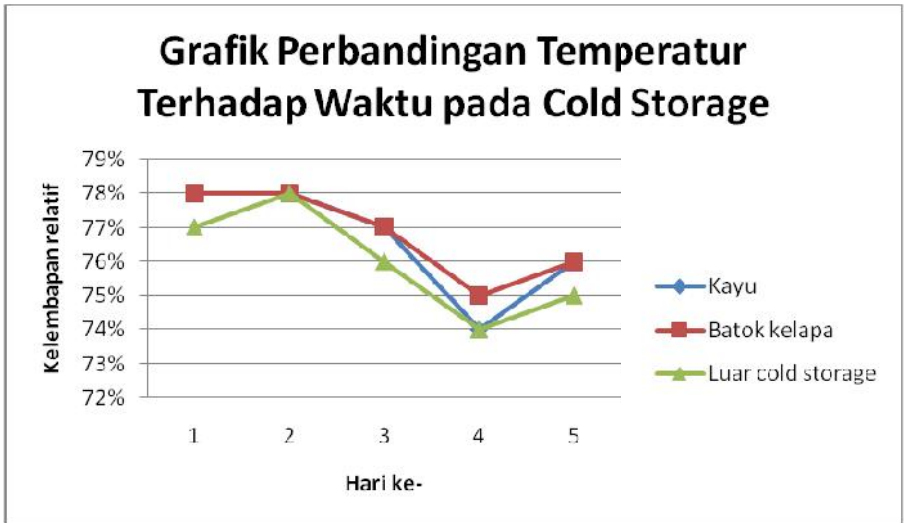
Untuk kotak penyimpanan buah dengan dinding berbahan kayu, nilai temperaturnya sedikit lebih rendah dari yang berbahan batok kelapa. Walaupun jenis kayu memiliki nilai temperatur sedikit lebih rendah, sebenarnya antara kedua jenis arang tersebut perbedaan temperaturnya tidaklah signifikan. Nilai selisih terbesar

ada pada hari ke lima percobaan dengan nilai selisih $0,4^{\circ}\text{C}$.

Dapat dilihat pada grafik 4.1 diatas bahwa ada kecenderungan grafik temperatur di dalam kotak penyimpanan buah untuk terus naik nilainya menuju nilai temperatur di luar kotak. Hal itu terjadi karena air yang ada di dalam arang semakin lama semakin hilang teruapkan. Hilangnya kandungan air tersebut akibat prinsip dari pendinginan *evaporative cooling* itu sendiri yakni dengan cara menguapkan kandungan air untuk diserap kedalam udara sehingga diperoleh kondisi udara yang lebih dingin

4.1.1.D Grafik Perbandingan Kelembaban di Dalam Kotak penyimpanan buah dan di Luar Kotak penyimpanan buah

Berdasarkan nilai rata – rata kelembapan relatif di tiap harinya baik pada kotak penyimpanan buah berbahan arang kayu maupun arang basah diperoleh sebuah grafik seperti pada grafik 4.2 di bawah ini:



Grafik 4.2 Perbandingan Kelembapan Relatif Terhadap Waktu pada Kotak penyimpanan buah

Untuk nilai kelembapan relatif seperti pada grafik 4.2 diatas nilai antara kelembapan relatif di luar maupun di dalam kotak penyimpanan buah memiliki nilai yang relatif cukup tinggi yakni berkisar antar 74%-78%.

Perbedaan kondisi kelembapan relatif antara di dalam maupun di luar kotak penyimpanan buah memiliki nilai yang cenderung sama namun walaupun nilainya sedikit lebih tinggi kelembapan yang ada di dalam *coldstorage*. Hal itu terjadi karena kanduangan air yang ada di dalam arang menguap terseap oleh udara yang masuk ke dalam kotak penyimpanan buah. Nilai kelembapan yang cenderung sama mengindikasikan bahwa pendinginan secara *evaporative cooling* belum bekerja secara optimum.

4.1.2 Pengaruh Jumlah Arang Basah terhadap Temperatur pada Kotak penyimpanan buah

Dari hasil percobaan sebelumnya yakni pengaruh jenis arang basah terhadap nilai temperatur dan kelembapan pada kotak penyimpanan buah, diperoleh hasil kotak penyimpanan buah dengan dinding berbahan jenis kayu memiliki nilai temperatur yang lebih rendah. Untuk itu pada percobaan kedua ini dipilih arang jenis kayu untuk divariasikan dengan tujuan dapat mengetahui pengaruh jumlah arang basah terhadap temperatur dan kelembapan pada kotak penyimpanan buah.

Variasi jumlah arang kayu sebagai dinding pada kotak penyimpanan buah diambil sebanyak 4 buah variasi. Variasi jumlah arang sebagai berikut:

1. Kotak penyimpanan buah A dengan jumlah arang 15 kg dan tebal dinding arang sebesar 2 cm
2. Kotak penyimpanan buah B dengan jumlah arang 41 kg dan tebal dinding arang sebesar 5 cm
3. Kotak penyimpanan buah C dengan jumlah arang 61 kg dan tebal dinding arang sebesar 7 cm
4. Kotak penyimpanan buah D dengan jumlah arang 80 kg dan tebal dinding sebesar 10 cm

Percobaan dilakukan dengan mengambil data nilai temperatur dan kelembapan selama 5 hari dan 5 titik waktu di tiap harinya.

Diperoleh Hasil percobaan rata rata tiap harinya seperti berikut:

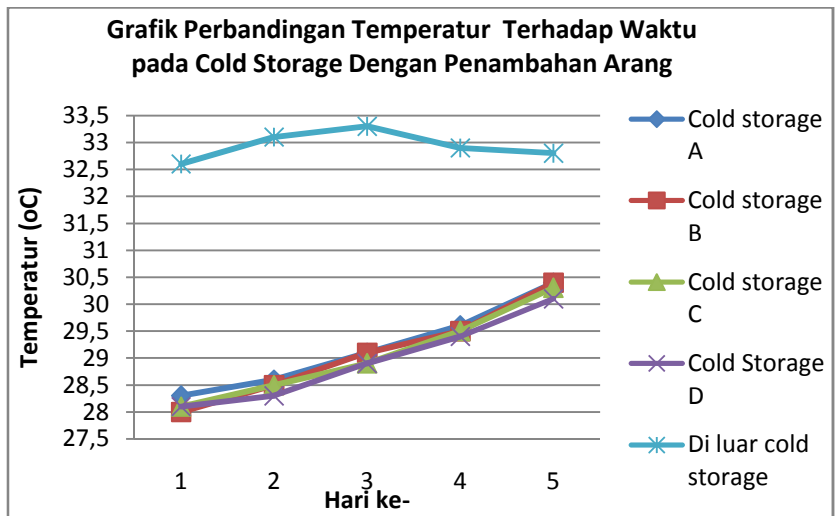
Kotak penyimpanan buah A						
No	hari ke-	Tluar	Tdalam	ΔT	Rhluar	Rhdalam
1	1	32,6	28,3	4,3	77%	77%
2	2	33,1	28,6	4,5	75%	75%
3	3	33,3	29,1	4,2	77%	78%
4	4	32,9	29,6	3,3	78%	78%
5	5	32,8	30,4	2,4	79%	78%

Kotak penyimpanan buah B						
No	hari ke-	Tluar	Tdalam	ΔT	Rhluar	Rhdalam
1	1	32,6	28,0	4,6	77%	77%
2	2	33,1	28,5	4,6	75%	76%
3	3	33,3	29,1	4,2	77%	77%
4	4	32,9	29,5	3,4	78%	78%
5	5	32,8	30,4	2,4	79%	78%

Kotak penyimpanan buah C						
No	hari ke-	Tluar	Tdalam	ΔT	Rhluar	Rhdalam
1	1	32,6	28,1	4,5	77%	77%
2	2	33,1	28,5	4,6	75%	76%
3	3	33,3	28,9	4,4	77%	77%
4	4	32,9	29,5	3,4	78%	79%
5	5	32,8	30,3	2,5	79%	80%

Kotak penyimpanan buah D						
No	hari ke-	Tluar	Tdalam	ΔT	Rhluar	Rhdalam
1	1	32,6	28,1	4,5	77%	77%
2	2	33,1	28,3	4,8	75%	76%
3	3	33,3	28,9	4,4	77%	78%
4	4	32,9	29,4	3,5	78%	79%
5	5	32,8	30,1	2,7	79%	79%

Berdasarkan nilai rata – rata kelembapan relatif di tiap harinya diperoleh sebuah grafik seperti pada grafik 4.3 di bawah ini:



Grafik 4.3 Perbandingan Temperatur Terhadap Waktu pada Kotak penyimpanan buah Bervariasi

Pada grafik 4.3 terlihat pengaruh jumlah arang basah sebagai dinding kotak penyimpanan buah tidak terlalu

berdampak pengaruhnya terhadap temperatur di dalam kotak penyimpanan buah. Misalkan di hari pertama pengamatan, temperatur pada kotak penyimpanan buah A bernilai $28,3^{\circ}\text{C}$ sedangkan untuk kotak penyimpanan buah D memiliki temperatur $28,1^{\circ}\text{C}$. Walaupun selisih jumlah arang basah cukup signifikan akan tetapi hal tersebut tidak berdampak banyak pada nilai temperatur di dalam kotak penyimpanan buah.

4.1.3 Percobaan Penambahan Aliran Udara Terhadap Kotak penyimpanan buah Berdinding Arang Kayu

Pada percobaan ini ditambahkan laju aliran udara pada kotak penyimpanan buah yang telah dirancang. Penambahan laju aliran udara bertujuan untuk mengetahui seberapa besar efek laju aliran udara dalam pendinginan dengan prinsip *evaporative cooling* pada kotak penyimpanan buah.

Percobaan dilakukan dengan memberi 3 level laju aliran udara dengan bantuan kipas angin dengan ukuran 10 inc dengan daya 35 watt.



Gambar 4.3 Penambahan laju aliran udara pada kotak penyimpanan buah

Setelah percobaan dilakukan diperoleh data sebagai berikut:

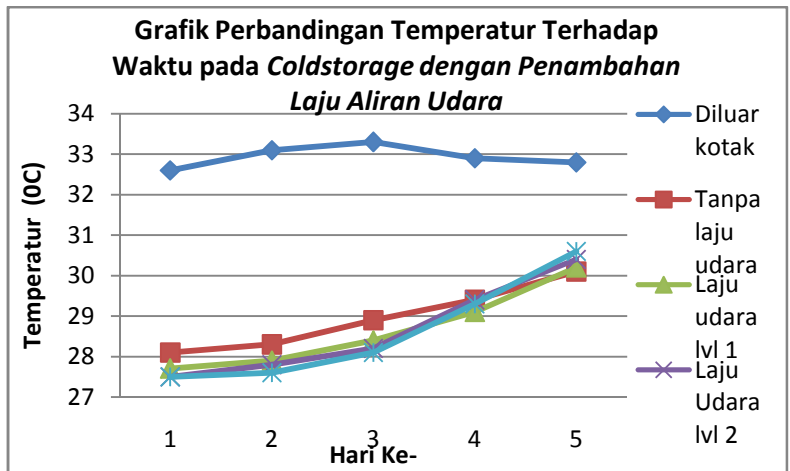
Tanpa Laju aliran udara						
No	hari ke-	Tluar	Tdalam	ΔT	Rhluar	Rhdalam
1	1	32,6	28,1	4,5	77%	77%
2	2	33,1	28,3	4,8	75%	76%
3	3	33,3	28,9	4,4	77%	78%
4	4	32,9	29,4	3,5	78%	79%
5	5	32,8	30,1	2,7	79%	79%

Level 1						
No	hari ke-	Tluar	Tdalam	ΔT	Rhluar	Rhdalam
1	1	32,6	27,7	4,9	77%	77%
2	2	33,1	27,9	5,2	75%	77%
3	3	33,3	28,4	4,9	77%	78%
4	4	32,9	29,1	3,8	78%	79%
5	5	32,8	30,2	2,6	79%	80%

Level 2						
No	hari ke-	Tluar	Tdalam	ΔT	Rhluar	Rhdalam
1	1	32,6	27,5	5,1	77%	77%
2	2	33,1	27,8	5,3	75%	77%
3	3	33,3	28,2	5,1	77%	79%
4	4	32,9	29,4	3,5	78%	80%
5	5	32,8	30,4	2,4	79%	80%

Level 3						
No	hari ke-	Tluar	Tdalam	ΔT	Rhluar	Rhdalam
1	1	32,6	27,5	5,1	77%	77%
2	2	33,1	27,6	5,5	75%	78%
3	3	33,3	28,1	5,2	77%	79%
4	4	32,9	29,3	3,6	78%	80%
5	5	32,8	30,6	2,2	79%	81%

Dari data tersebut dijadikan sebuah grafik perbandingan temperatur terhadap waktu sebagai berikut:



Grafik 4.4 Grafik Perbandingan Temperatur Terhadap Waktu pada Kotak penyimpanan buah dengan Penambahan Laju Aliran Udara

Dapat diamati dari grafik 4.4 diatas bahwa terdapat perbedaan temperatur pada kotak penyimpanan buah antara tanpa penambahan laju aliran udara dengan adanya penambahan laju aliran udara. Semakin tinggi level laju aliran udara berdampak semakin rendah nilai temperatur yang dihasilkan. Namun walau efek temperatur yang dihasilkan nilainya lebih rendah, dengan adanya penambahan laju aliran udara menyebabkan temperatur lebih cepat naik di hari selanjutnya.

Laju aliran udara dapat menambah efek dari pendinginan secara *evaporative cooling*. Hal ini karena udara yang mengalir dari luar kotak penyimpanan buah mampu membantu menguapkan kandungan air yang tersimpan dalam arang sehingga udara bisa lebih dingin.

4.2 Analisa Penerapan Penggunaan Kotak penyimpanan buah pada Proses Pengiriman Buah Antar Pulau

Sampai saat ini proses pengiriman buah antar pulau dengan menggunakan kapal masih tetap digunakan di hampir seluruh dunia. Dalam proses pengirimannya, buah diangkut oleh kapal dengan menggunakan *refeer container* sebagai ruang simpan buah. Dipilihnya *refeer container* atau kontainer dengan mesin pendingin ini agar mutu buah tetap terjaga selama kurun waktu pengiriman. Karena salah satu hal yang mempengaruhi mutu buah adalah suhu penyimpanan buah selama proses pengiriman yang memakan waktu cukup lama.

Pada percobaan kali ini, kontainer dengan mesin pendingin dicoba untuk digantikan dengan alternatif pendingin berupa kotak penyimpanan buah dengan arang kayu sebagai dindingnya. Untuk bisa menentukan apakah kotak

penyimpanan buah dengan arang kayu sebagai dinding ini bisa diterapkan sebagai alternatif pengganti *refeer container* atau tidak, ada beberapa aspek yang penulis kaji diantaranya sebagai berikut:

4.2.1 Suhu dan Kelembaban Optimum Pengiriman Buah

Dalam proses pengiriman buah, hal yang harus diperhatikan adalah menjamin mutu buah tetap dalam kondisi baik hingga sampai kepada penerimanya. Mutu buah bisa turun akibat laju respirasi dari buah. Laju respirasi yang tinggi biasanya menyebabkan buah matang terlebih dahulu selama proses pengiriman. Salah satu cara untuk menekan laju respirasi buah adalah dengan cara menjaga suhu optimum buah.

Suhu optimum selama proses pengiriman buah adalah suhu yang dapat menekan laju respirasi dari buah. Suhu terlalu tinggi ataupun terlalu rendah juga dapat menyebabkan mutu buah menjadi jelek.

Menurut Santoso,B (2011) kondisi suhu bagi penyimpanan pisang matang (hijau) adalah 56^o F atau 15^oC dan kelembaban 90 – 95%. Ketika suhu mulai naik akan mulai terjadi pemasakan buah. Pemasakan buah pisang supaya diperoleh keseragaman dalam tingkat kemasakan adalah disimpan pada kondisi suhu 18 ^oC – 23^oC. Namun apabila yang terjadi suhu lebih dingin dari suhu optimum juga bisa berdampak jelek bagi mutu buah. Misalnya pisang ambon pada suhu lebih rendah dari 13,5^oC dapat menyebabkan kulit pisang menjadi nien, jadi berwarna abu-abu dan dapat berubah menjadi tua lagi pada tempat-tempat yang cacat. Pisang yang didinginkan

biasanya berbintik-bintik hitam pada tangkai dan kulitnya, dan pada kelembaban yang lebih tinggi sering tampak kapang tumbuh pada permukaan bintik bintik tersebut.

Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan penulis, suhu yang mampu dijaga oleh kotak penyimpanan buah berdinding arang kayu paling dingin senilai 27°C dan nilai kelembabannya berkisar 74-78%. Nilai tersebut belumlah cukup untuk memenuhi batas-batas suhu dan kelembapan seperti pada uraian di atas sebagai syarat untuk menjaga mutu buah selama proses pengiriman buah antar pulau.

4.2.2 Tidak Tercapainya Suhu dan Kelembapan Optimum Pengiriman buah

Prinsip pendinginan pada kotak penyimpanan buah yang dirancang penulis menerapkan prinsip *evaporative cooling*. *Evaporative cooling* adalah sistem pendingin dengan cara memanfaatkan air yang menguap dan teresap masuk ke dalam udara sehingga udara menjadi lebih dingin dengan kondisi kelembaban yang meningkat.

Nenguwo,N (2000) mampu menerapkan prinsip *evaporative cooler* ini pada rumah penyimpanan buah di negara Rwanda hingga mencapai selisih 10°C .

Dari hasil percobaan pengukuran nilai temperatur kotak penyimpanan buah berbahan arang kayu sebagai dinding, nilai suhu tidak jauh beda dengan suhu udara di luar. Nilai temperatur terendah senilai 27°C . Ada beberapa hal yang menjadi penyebab ketidak mampuan kotak penyimpanan buah berbahan arang kayu sebagai dinding untuk lebih membuat udara lebih dingin.

Nilai kelembaban di Indonesia yang cukup tinggi merupakan salah satu penyebab kurang efektifnya kotak penyimpanan buah tersebut. Prinsip dari *evaporative cooling* yakni udara menyerap uap air yang keluar untuk dapat mendinginkan lingkungan. Jika nilai kelembaban terlalu tinggi, daya serap udara untuk menampung uap air yang ada akan semakin lemah. Oleh karena itu nilai temperatur dari kotak penyimpanan buah masih tergolong tinggi.

Berbeda ketika diterapkan di lokasi dengan geografis yang kering seperti Rwanda. Dengan kelembaban relatif berkisar 38% maka pendinginan dengan menerapkan *evaporative cooling* ini bisa lebih berefek dingin bagi lingkungan. Sebab uap air akan dengan mudah terserap oleh udara yang sifatnya lebih kering jika dibandingkan dengan kondisi yang ada di Indonesia.

Atas dasar itulah rancangan kotak penyimpanan buah berbahan arang kayu sebagai dinding belum bisa diterapkan sebagai alternatif pendingin pengganti *reefer container* selama proses pengiriman buah antar pulau.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan dan analisa yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Arang basah terbukti dapat menurunkan suhu sebuah kotak penyimpanan buah dengan prinsip pendinginan secara *evaporative cooling*.
2. Arang jenis kayu terbukti dapat lebih mendinginkan kotak penyimpanan buah dibandingkan dengan arang jenis batok kelapa.
3. Kotak penyimpanan buah yang dirancang belum mampu untuk diterapkan sebagai alternatif pendingin pengganti *refeer container* sebab nilai temperatur dan kelembaban relatif belum sesuai dengan keadaan optimum pengiriman buah.
4. Suhu optimum pengiriman buah tidak bisa tercapai karena kondisi kelembaban Indonesia yang relatif tinggi sehingga prinsip pendinginan *evaporative cooling* yang membutuhkan udara relatif kering agar bisa maksimal tidak dapat terpenuhi.

5.2 Saran

Tidak ada sesuatu yang sempurna termasuk hasil dari penelitian ini. Namun demi tercapainya hasil yang lebih baik pada penelitian-penelitian berikutnya, berikut saran-saran untuk penelitian berikutnya:

1. Mencari media alternatif lain selain arang basah sebagai media pendinginan kotak penyimpanan buah.
2. Memodifikasi laju aliran udara yang efektif untuk mencapai suhu optimum

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI),
“*Keanekaragaman Jenis Buah-Buahan Asli Indonesia dan Potensinya*”, Biodiversitas, Volume 8 Hal 157-167, 2007
- [2] Kristianingrum, S. “*Beberapa metode pengawetan buah buahan*”. Program pengabdian masyarakat desa purwomartani, Sleman, 2007
- [3] Julianti, Elisa. dkk. “*Penyimpanan Pisang Barangan Dengan Kemasan Atmosfer Termodifikasi Aktif*”. Kerjasama Kemitraan Penelitian Pertanian, 2007
- [4] Hidayat, A.T. dkk. “*Evaluasi Sistem Manajemen Rantai Dingin PT.Terminal Petikemas Surabaya (TPS) Untuk Hortikultura ; Jeruk dan Anggur*”. JURNAL TEKNIK SISTEM PERKAPALAN Vol. 1, 2013
- [5] Nenguwo, N. “*Appropriate Technology Cold Store Construction and Review of Post-harvest Transport and Handling Practices for Export of Fresh Produce from Rwanda*”. Chemonics International Inc, 2000
- [6] Bhatia, A. “*Principles of Evaporative Cooling System*” PDH Center, 2012

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Lumajang, Jawa Timur, pada tanggal 11 Maret 1994. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Terlahir dengan nama Ramadhan Andhi Wicaksono dari pasangan Sudamis dan Tristiati. Riwayat pendidikan formal yang telah ditempuh adalah SDN Jogotrunan Lumajang, SMPN 1 Lumajang, SMAN 2 Lumajang. Setelah lulus dari SMA tahun 2012, penulis melanjutkan ke jenjang perguruan tinggi. Diterima di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan – Fakultas Teknologi Kelautan – Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya jenjang Strata I (S1). Penulis mengambil konsentrasi bidang keahlian Marine Machinery and System (MMS). Selama perkuliahan, penulis aktif pada kegiatan yang sifatnya akademis dan non akademis. Penulis aktif di organisasi mahasiswa (Himasiskal) sebagai staff Dagri. Kegiatan di luar kampus penulis pernah menjadi Ketua Ikatan Masiswa Lumajang di Surabaya. Penulis juga aktif di kegiatan sosial dengan tergabung di organisasi sosial dan pendidikan “Duacare” (www.duacare.org) sebagai Vice-CEO. Penulis pernah melaksanakan kerja praktek di galangan kapal PT Adiluhung Sarana Segara Indonesia dan PT Turbotech Indonesia yang bergerak di bidang *maintenance Turbocharger*.

Ramadhan Andhi Wicaksono

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK ITS

Ramadhan.andhi12@mhs.ne.its.ac.id